

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2001 年 5 月 25 日 (25.05.2001)

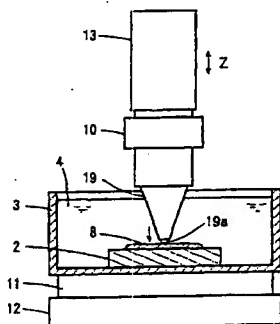
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 01/36710 A1

- (51) 国際特許分類: C23C 26/00 (SEKIGUCHI, Hisayoshi) [JP/JP]. 後藤昭弘 (GOTO, Akihiro) [JP/JP]. 齋藤長男 (SAITO, Nagao) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP99/06348
- (22) 国際出願日: 1999 年 11 月 15 日 (15.11.1999)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 関口久由
- (74) 代理人: 弁理士 宮田金雄, 外 (MIYATA, Kaneo et al.); 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): CH, CN, DE, JP, US.
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR ELECTRIC DISCHARGE SURFACE TREATMENT

(54) 発明の名称: 放電表面処理方法及び装置



(57) Abstract: An electrode (9) for electric discharge surface treatment and an object (2) to be machined are relatively moved, and discharge energy is supplied between the electrode (9) and the object (2) so as to form a hard anodic oxidation coating (8) on the surface of the object (2). A pressing tool (19) whose tip has a predetermined hardness is applied at a predetermined pressure to the hard anodic oxidation coating (8) and moved relatively on the coating (8). Thus, the residual tensile stress of the coating (8) is removed or relaxed, and the roughness of the surface of the coating (8) is smaller.

WO 01/36710 A1



---

(57) 要約:

放電表面処理用電極（９）と被加工物（２）を相対移動せしめ、放電表面処理用電極（９）と被加工物（２）との極間に供給する放電エネルギーにより、被加工物（２）の表面に硬質被膜（８）を形成した後、先端部に所定の硬度を有する押し付け工具（１９）を硬質被膜（８）に所定の圧力で押圧し、硬質被膜（８）上を相対移動させる。形成された硬質被膜（８）の残留引張応力を除去又は緩和することができると共に形成された硬質被膜（８）の表面粗さをより小さくすることができる。

## 明 細 書

## 放電表面処理方法及び装置

## 5 技術分野

この発明は、放電表面処理用電極と被加工物との極間に放電を発生させ、その放電エネルギーにより、被加工物表面に硬質被膜を形成する放電表面処理方法及び装置の改良に関するものである。

## 10 背景技術

従来、被加工物の表面をコーティングして、耐食性、耐磨耗性を付与する技術としては、例えば特開平 5 - 1 4 8 6 1 5 号公報により開示された放電表面処理方法がある。この技術は、WC 粉末と Co 粉末等からなる放電表面処理用電極である圧粉体電極を使用して 1 次加工（堆積加工）を行い、次に銅電極等の比較的電極消耗の少ない電極に交換して 2 次加工（再溶融加工）を行う、2 つの工程からなる金属材料の表面処理方法である。この従来技術は、高硬度で密着力の大きい硬質被膜を鋼材に対して形成するものである。

第 5 図は、特開平 9 - 1 9 2 9 3 7 号公報により開示された放電表面処理方法における装置構成を示すものであり、図において、1 は TiH<sub>2</sub> を圧縮成形してなる放電表面処理用電極である圧粉体電極、2 は被加工物、3 は加工槽、4 は加工液、5 は圧粉体電極 1 と被加工物 2 に印加する電圧及び電流のスイッチングを行うスイッチング素子、6 はスイッチング素子 5 のオン・オフを制御する制御回路、7 は加工電源装置、8 は形成された硬質被膜である。このような構成による放電表面処理により、鉄鋼、超硬合金等の表面に強固な密着力を持つ硬質被膜を形成する。

以上のような従来技術においては、放電エネルギーにより溶融した電極成分又は放電エネルギーにより溶融した電極成分と加工液成分との化合物が被加工物表面に堆積し、冷却され凝固することにより、被加工物表面に硬質被膜が形成される。従って、このような放電表面処理により被加工物に形成された硬質被膜には、700～800 MPa程度の残留引張応力が存在するため、クラックが発生しやすいという問題点がある。また、表面粗さをより小さくするために、研削又はラッピング等により仕上げると、硬質被膜の一部が除去されるため、耐久性の低下を招くという問題点がある。

#### 発明の開示

この発明は、前記のような従来技術の問題点を解決するためになされたものであり、形成された硬質被膜の残留引張応力を除去することができ、従って、クラックの発生を防止することができる放電表面処理方法及び装置を得ることを目的とする。

また、耐久性の低下を招くことなく、被加工物表面に形成された硬質被膜の表面粗さをより小さくすることができる放電表面処理方法及び装置を得ることを目的とする。

この発明に係る放電表面処理方法は、放電表面処理用電極と被加工物を相対移動せしめ、前記放電表面処理用電極と前記被加工物との極間に供給する放電エネルギーにより、前記被加工物表面に硬質被膜を形成する放電表面処理方法において、前記硬質被膜形成後に、先端部に所定の硬度を有する押し付け工具を前記硬質被膜に所定の圧力で押圧し、前記硬質被膜上を相対移動させるものである。

また、放電表面処理用電極と被加工物を相対移動せしめ、前記放電表面処理用電極と前記被加工物との極間に供給する放電エネルギーにより、

前記被加工物表面に硬質被膜を形成する放電表面処理方法において、前記硬質被膜形成後に、先端部に所定の硬度を有する押し付け工具を前記硬質被膜の押圧方向に反復移動させながら、前記硬質被膜上を相対移動させるものである。

- 5       また、放電表面処理用電極と被加工物を相対移動せしめ、前記放電表面処理用電極と前記被加工物との極間に供給する放電エネルギーにより、前記被加工物表面に硬質被膜を形成する放電表面処理方法において、前記硬質被膜形成後に、先端部に所定の硬度を有する押し付け工具を振動子により前記硬質被膜の押圧方向に振動させながら、前記硬質被膜上を  
10       相対移動させるものである。

- この発明に係る放電表面処理装置は、放電表面処理用電極と被加工物を相対移動せしめ、前記放電表面処理用電極と前記被加工物との極間に供給する放電エネルギーにより、前記被加工物表面に硬質被膜を形成する放電表面処理装置において、先端部に所定の硬度を有する押し付け工具  
15       を備えるものである。

- また、放電表面処理用電極と被加工物を相対移動せしめ、前記放電表面処理用電極と前記被加工物との極間に供給する放電エネルギーにより、前記被加工物表面に硬質被膜を形成する放電表面処理装置において、振動子に連結された先端部に所定の硬度を有する押し付け工具を備えるも  
20       のである。

      この発明は、以上説明したように構成されているので、形成された硬質被膜の残留引張応力を除去することができるため、クラックの発生を防止することができる。

- また、耐久性の低下を招くことなく形成された硬質被膜の表面粗さを  
25       より小さくすることができる。

## 図面の簡単な説明

第 1 図は、この発明の実施の形態 1 に係る放電表面処理装置を示す構成図である。

第 2 図は、この発明の実施の形態 1 に係る硬質被膜の残留引張応力の除去又は緩和方法の説明図である。

第 3 図は、この発明の実施の形態 1 に係る硬質被膜の残留引張応力の除去又は緩和方法の説明図である。

第 4 図は、この発明の実施の形態 2 に係る硬質被膜の残留引張応力の除去又は緩和方法の説明図である。

第 5 図は、従来の放電表面処理方法を示す装置構成図である。

## 発明を実施するための最良の形態

### 実施の形態 1.

第 1 図は、この発明の実施の形態 1 に係る放電表面処理装置を示す構成図であり、図において、2 は被加工物、3 は加工槽、4 は加工液、8 は硬質被膜、9 は放電表面処理用電極、10 は放電表面処理用電極 9 を支持するチャッキング装置、11 は X テーブル、12 は Y テーブル、13 はチャッキング装置 10 と連結された主軸、14 は X テーブル 11 を駆動する X 軸駆動装置、15 は Y テーブル 12 を駆動する Y 軸駆動装置、16 は主軸 13 を駆動する Z 軸駆動装置、17 は直流電源、スイッチング素子及び制御回路等からなる加工電源装置、18 は制御装置である。被加工物 2 は X テーブル 11 上の加工槽 3 に固定されており、被加工物 2 と放電表面処理用電極 9 との相対移動は、制御装置 18 の指令により X 軸駆動装置 14、Y 軸駆動装置 15 及び Z 軸駆動装置 16 を駆動制御することにより行われる。放電表面処理用電極 9 は所定の硬質被膜 8 を形成する材料からなり、放電表面処理用電極 9 と被加工物 2 との極間を

制御しつつ、加工電源装置 7 により加工電力を供給することにより、被加工物 2 の表面に放電表面処理用電極 9 の材料又は放電表面処理用電極 9 の材料と加工液 4 の成分との化合物からなる硬質被膜 8 が形成される。

次に、被加工物 2 に形成された硬質被膜 8 の残留引張応力を除去又は  
5 緩和する方法について説明する。第 2 図はこの方法の例を示す説明図であり、第 1 図と同一符号は同一又は相当部分を示している。19 は所定の硬度の玉又はころ 19 a を先端に持つ押し付け工具であり、チャッキング装置 10 は第 1 図の放電表面処理用電極 9 に代えて押し付け工具 19 を保持している。第 1 図の X 軸駆動装置 14、Y 軸駆動装置 15 及び  
10 Z 軸駆動装置 16 を制御装置 18 により駆動制御することにより、押し付け工具 19 と被加工物 2 を相対移動せしめ、押し付け工具 19 の所定の硬度の玉又はころ 19 a を硬質被膜 8 に所定の圧力で押圧した状態で、硬質被膜 8 上を移動させることにより、残留引張応力を無くす方向の圧縮応力を硬質被膜 8 に与えることにより、硬質被膜 8 の残留引張応力を  
15 除去又は緩和することができる。また、押し付け工具 19 が硬質被膜 8 の上を所定の圧力で押圧した状態で移動することにより、まず硬質被膜 8 表面の凸部に押し付け力が働き、この凸部に発生する応力が降伏応力を超え塑性変形するため、硬質被膜 8 の表面粗さを小さくすることができる。押し付け工具先端の玉又はころ 19 a の硬度及び硬質被膜 8 に押  
20 圧する圧力は、硬質被膜の残留引張応力除去の程度及び硬質被膜に要求される表面粗さ等の所期条件に応じて、予め実験により決定しておくことができる。

以上において、押し付け工具 19 の先端の玉又はころ 19 a の硬度が硬質被膜 8 の硬度よりも高いことは必要条件ではない。例えば、硬質被  
25 膜 8 が TiC を主成分とし、玉又はころ 19 a が超硬合金である場合は、玉又はころ 19 a は硬質被膜 8 よりも硬度が低い、硬質被膜 8 の表面

粗さの改善に有効であった。

以上の説明においては、押し付け工具 19 がチャッキング装置 10 に直結している場合を示したが、第 3 図に示すように、押し付け工具 19 がばね 20 を介してチャッキング装置 10 に連結するように構成してもよい。この場合は、ばね 20 のばね定数を所定の値に選定することにより、ばね 20 の変位により、押し付け工具 19 の硬質被膜 8 への押圧力を設定することができる。ここで、ばね 20 は他の弾性体であってもよい。

また、第 2 図及び第 3 図においては、押し付け工具 19 と被加工物 2 の押圧及び相対移動を加工液 4 中で行う場合を示したが、加工液 4 を排出した後、気中にて押し付け工具 19 と被加工物 2 の押圧及び相対移動を行ってもよい。

また、押し付け工具 19 による押圧力のセンシングは、圧力センサを用いる方法、Z 軸駆動装置 16 のアクチュエータの電流センシングによる方法、又は、ばね 20 を用いる場合は、ばねの変位を Z 軸の位置によりセンシングし、この変位とばね定数の積を演算する方法等により行うことができる。

実施の形態 2.

実施の形態 1 では、押し付け工具 19 の所定の硬度の玉又はころ 19 a を硬質被膜 8 に所定の圧力で押圧した状態で硬質被膜 8 上を移動させる場合を示したが、押し付け工具 19 の所定の硬度の玉又はころ 19 a を Z 軸方向に反復移動させながら硬質被膜 8 上を移動させてもよい。この場合は、押し付け工具 19 等の慣性力を利用して、より効率的に硬質被膜 8 を押圧することができる。

また、第 4 図に示すように、例えば超音波振動子等の振動子 21 により、押し付け工具 19 の所定の硬度の玉又はころ 19 a を Z 軸方向に振



動させながら硬質被膜 8 上を移動させてもよい。この場合は、押し付け工具 19 の衝撃力により、さらに効率的に硬質被膜 8 を押圧することができる。例えば、硬質被膜 8 の表面粗さを、 $10\text{ }\mu\text{mRmax}$  程度から  $3\sim 4\text{ }\mu\text{mRmax}$  程度に小さくすることができる。なお、この場合の

5 硬質被膜 8 は、TiC を主体としたものであり、硬質被膜 8 の硬度は、ビッカース硬度  $HV=3000$  以上である。一方、押し付け工具 19 の先端の玉又はころ 19a の材質は超硬合金工具材料 (WC-C<sub>o</sub>) を用いたので、押し付け工具の硬度は、ビッカース硬度  $HV=1500\sim 2000$  程度である。この場合においては、押し付け工具 19 の先端の玉

10 又はころ 19a の硬度は、硬質被膜の硬度よりも低い、仕上げ面粗さの改善に有効であった。

以上のような方法により、形成された硬質被膜の残留引張応力を除去又は緩和することができると共に形成された硬質被膜の表面粗さをより小さくすることができる。

15

#### 産業上の利用可能性

以上のように、この発明に係る放電表面処理方法及び装置は、被加工物表面に硬質被膜を形成する表面処理関連産業に用いられるのに適している。

20

25

## 請 求 の 範 囲

1. 放電表面処理用電極と被加工物を相対移動せしめ、前記放電表面  
処理用電極と前記被加工物との極間に供給する放電エネルギーにより、前  
5 記被加工物表面に硬質被膜を形成する放電表面処理方法において、  
前記硬質被膜形成後に、先端部に所定の硬度を有する押し付け工具を  
前記硬質被膜に所定の圧力で押圧し、前記硬質被膜上を相対移動させる  
ことを特徴とする放電表面処理方法。
2. 放電表面処理用電極と被加工物を相対移動せしめ、前記放電表面  
10 処理用電極と前記被加工物との極間に供給する放電エネルギーにより、前  
記被加工物表面に硬質被膜を形成する放電表面処理方法において、  
前記硬質被膜形成後に、先端部に所定の硬度を有する押し付け工具を  
前記硬質被膜の押圧方向に反復移動させながら、前記硬質被膜上を相対  
移動させることを特徴とする放電表面処理方法。
- 15 3. 放電表面処理用電極と被加工物を相対移動せしめ、前記放電表面  
処理用電極と前記被加工物との極間に供給する放電エネルギーにより、前  
記被加工物表面に硬質被膜を形成する放電表面処理方法において、  
前記硬質被膜形成後に、先端部に所定の硬度を有する押し付け工具を  
振動子により前記硬質被膜の押圧方向に振動させながら、前記硬質被膜  
20 上を相対移動させることを特徴とする放電表面処理方法。
4. 放電表面処理用電極と被加工物を相対移動せしめ、前記放電表面  
処理用電極と前記被加工物との極間に供給する放電エネルギーにより、前  
記被加工物表面に硬質被膜を形成する放電表面処理装置において、  
先端部に所定の硬度を有する押し付け工具を備えることを特徴とする  
25 放電表面処理装置。
5. 放電表面処理用電極と被加工物を相対移動せしめ、極前記放電表

面処理用電極と前記被加工物との間に供給する放電エネルギーにより、前記被加工物表面に硬質被膜を形成する放電表面処理装置において、

振動子に連結された先端部に所定の硬度を有する押し付け工具を備えることを特徴とする放電表面処理装置。

5

10

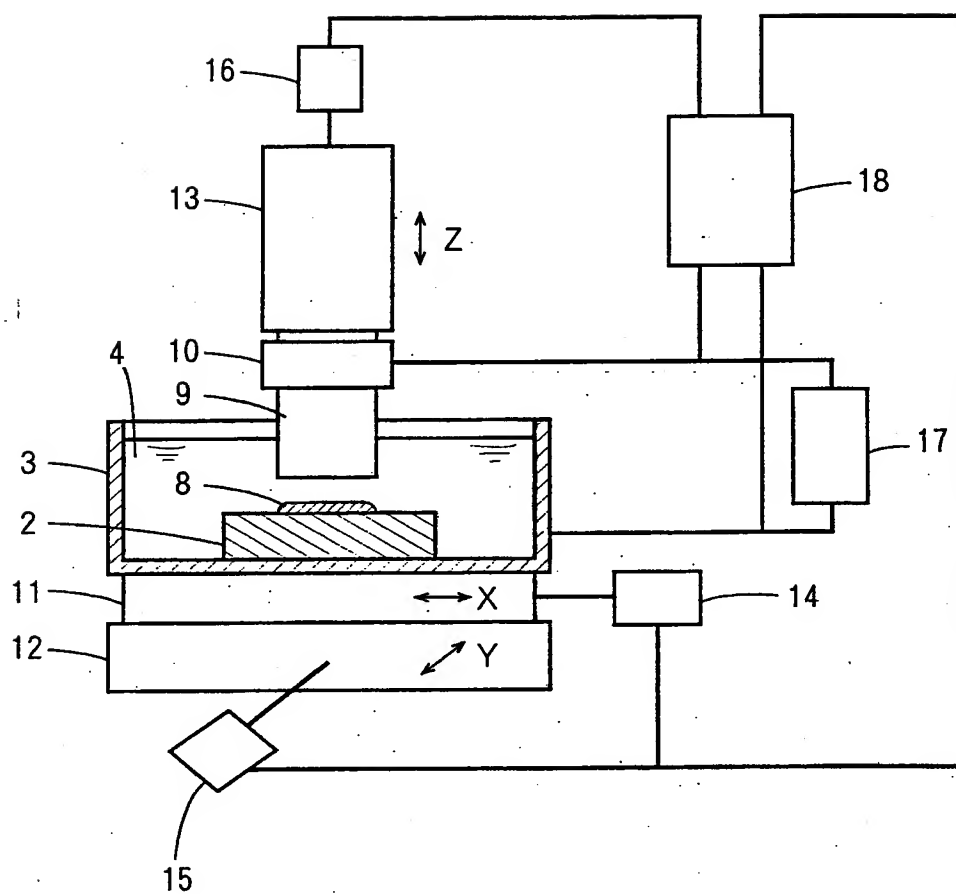
15

20

25

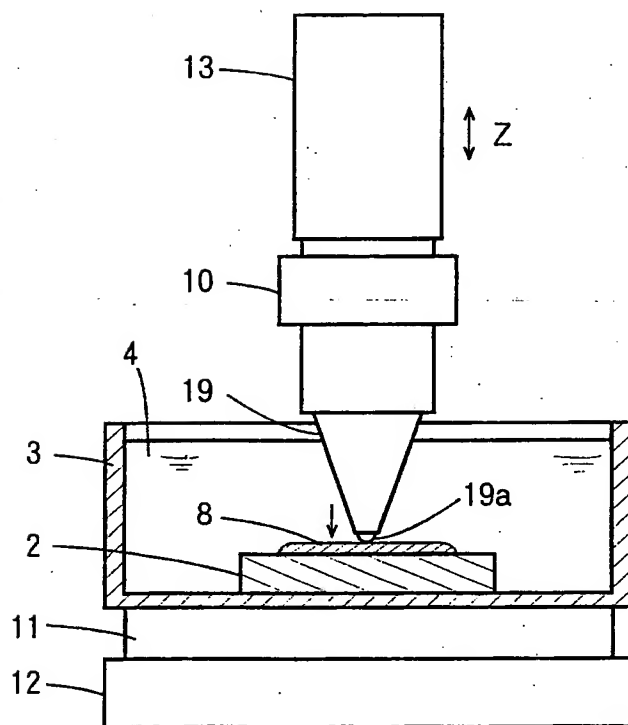
1/5

第1図



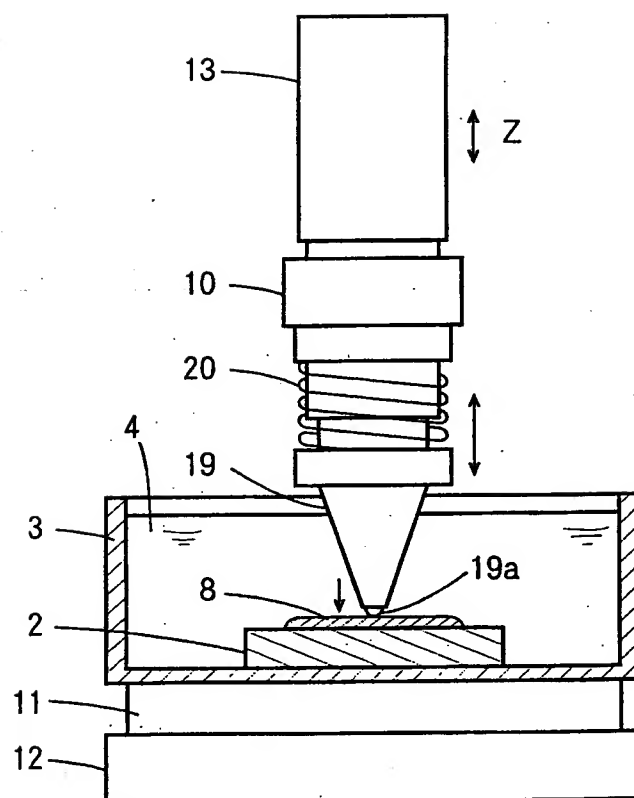
2/5

第2図



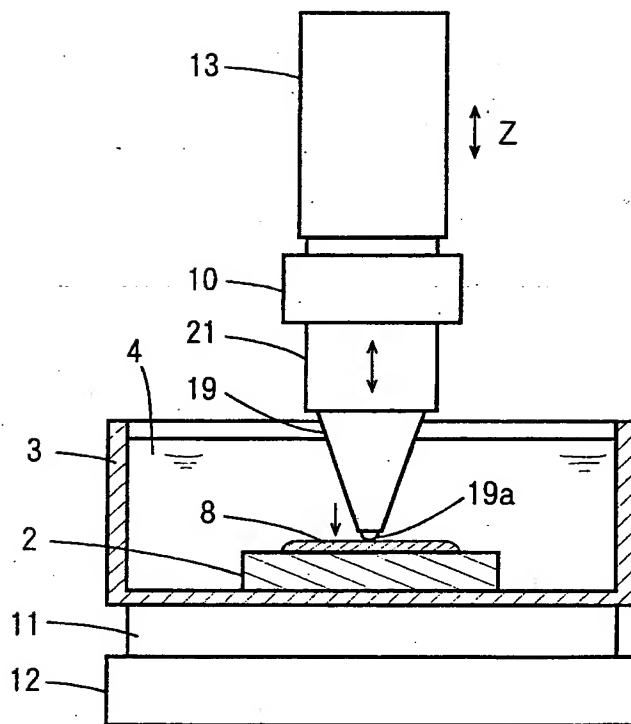
3/5

第3図



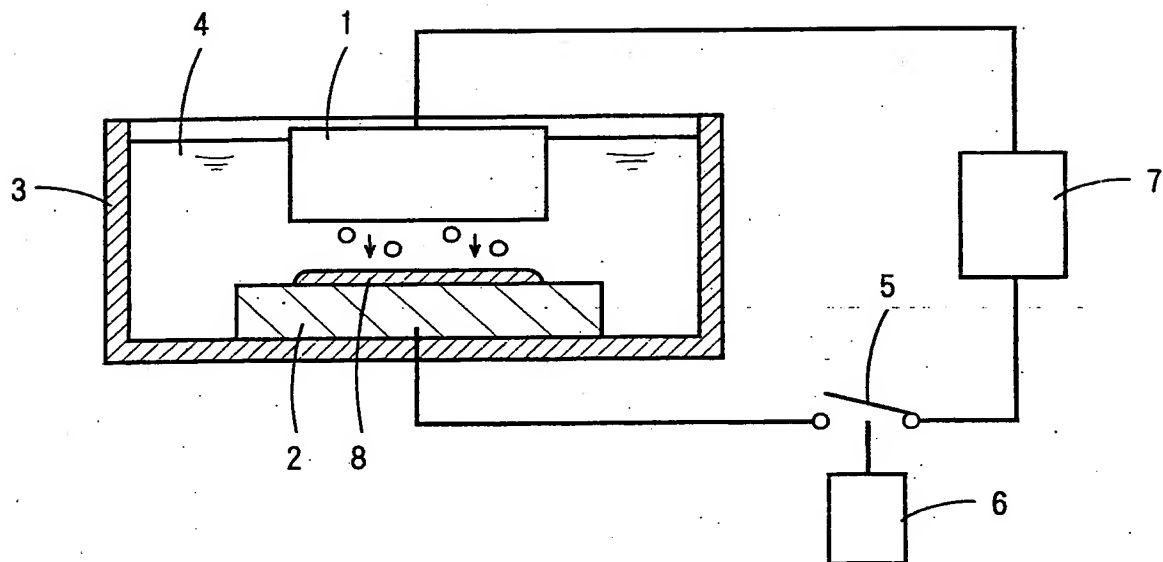
4/5

第4図



5/5

第5図





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/06348

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> C23C26/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> C23C26/00, C25D9/00, B23H1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-1999
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-1999	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 49-107932, A (Kabushiki Kaisha Japakkusu Kenkyusho), 14 October, 1974 (14.10.74), Claims; drawings (Family: none)	1-5
Y	JP, 7-70761, A (Res. Dev Corp. of Japan.), 14 March, 1995 (14.03.95), Claims; drawings (Family: none)	1-5
Y	JP, 9-192937, A (Res. Dev Corp. of Japan.), 29 July, 1997 (29.07.97), Claims; drawings (Family: none)	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
15 February, 2000 (15.02.00)

Date of mailing of the international search report  
22 February, 2000 (22.02.00)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> C23C26/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> C23C26/00, C25D9/00, B23H1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-1999年

日本国登録実用新案公報 1994-1999年

日本国実用新案登録公報 1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 49-107932, A (株式会社井上ジャパックス研究所), 14. 10月. 1974 (14. 10. 74), 特許請求の範囲, 図面 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP, 7-70761, A (新技術事業団), 14. 3月. 1995 (14. 03. 95), 特許請求の範囲, 図面 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP, 9-192937, A (新技術事業団), 29. 7月. 1997 (29. 07. 97), 特許請求の範囲, 図面 (ファミリーなし)	1-5

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15. 02. 00

国際調査報告の発送日

22.02.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

北村 明弘

印

4E 9019

電話番号 03-3581-1101 内線 3423